

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-233387

(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
// C23F 4/00

(21)Application number : 09-257492

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 05.09.1997

(72)Inventor : SOGA HAJIME
KONDO KENJI
SAKANO YOSHIKAZU
ISHIKAWA-EIJI
ICHIKAWA YUJI

(30)Priority

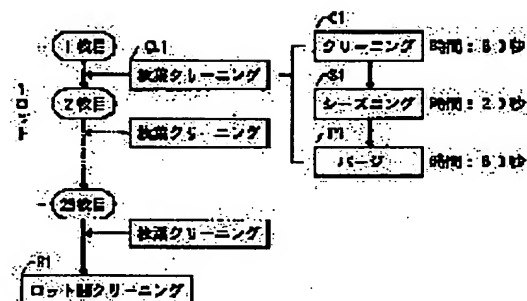
Priority number : 08354070 Priority date : 17.12.1996 Priority country : JP

(54) DRY ETCHING OF SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a product yield by preventing formation of black silicon.

SOLUTION: Predetermined amounts of gases of HBr, SF₆, SiF₄ and HeO₂ are introduced into an etching chamber, a single sheet of substrates is etched and removed from the chamber, and a cleaning-exclusive dummy substrate having an SiO₂ layer formed on an Si substrate is placed in place of the etched substrate to carry out a single-wafer cleaning step CL1. The step CL1 includes a cleaning step C1 for 80 seconds, a seasoning step S1 for 20 seconds, and a purge step P1 for 60 seconds. In the step C1, a reaction product adhered onto walls of the etching chamber is removed by etching using the SF₆ gas. In the step S1, the atmosphere and substrate temperature are adjusted to remove the reaction product by etching in the step C1. In the step P1, the gases are made to flow in such a condition as not to generate a gas plasma, thereby removing foreign matter remaining as floating in the etching chamber after the step S1. As a result, a predetermined trench shape can be obtained without forming black silicon, and a product yield can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.03.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3568749
[Date of registration]	25.06.2004
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2002-06746
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	18.04.2002
[Date of extinction of right]	

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The etching process which carries out dry etching of said substrate in the approach of carrying out dry etching of the substrate which consists of silicon, It is carried out after termination of said etching process, and said substrate is discharged outside an etching chamber. Install a dummy substrate in said etching interior of a room, and it has the cleaning process which etches the resultant generated by said etching interior of a room according to said etching process. The dry etching approach of the semi-conductor characterized by installing the substrate etched into a degree in said etching interior of a room, and performing the following dry etching after termination of said cleaning process.

[Claim 2] The etching process which divides into the process of multiple times and is performed in the approach of carrying out dry etching of the substrate which consists of silicon, It is carried out between said each etching process, and said substrate is placed out of an etching chamber. Install a dummy substrate in said etching interior of a room, and it has the cleaning process which etches the resultant generated by the etching interior of a room according to said each etching process. The dry etching approach of the semi-conductor characterized by returning said substrate to said etching interior of a room, and performing the following etching process after said each cleaning process.

[Claim 3] The dry etching approach of the semi-conductor according to claim 1 or 2 characterized by having the seasoning process which adjusts the ambient atmosphere of said etching interior of a room, and the temperature of said substrate while removing said resultant which was performed after said cleaning process and etched by said cleaning process from said etching interior of a room.

[Claim 4] The dry etching approach of the semi-conductor according to claim 3 characterized by having the purge process which removes the foreign matter which adhered gas in the condition of it being carried out after said seasoning process and not generating the plasma, on the sink, the foreign matter which floats to said etching interior of a room, and said dummy substrate.

[Claim 5] Said cleaning process, a seasoning process, and a purge process are the dry etching approach of the semi-conductor according to claim 4 characterized by being carried out also in lot-to-lot.

[Claim 6] It is the dry etching approach of a semi-conductor given in claim 1 characterized by the etch rate of said dummy substrate being smaller than the etch rate of said substrate in said cleaning process thru/or any 1 term of 5.

[Claim 7] said cleaning process -- the 1st cleaning process -- this -- the dry etching approach of a semi-conductor given in claim 1 characterized by consisting of the 2nd cleaning process performed by different pressure from the 1st cleaning process thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] Said cleaning process is the dry etching approach of a semi-conductor given in claim 1 characterized by being carried out on the conditions which etch said resultant of a silicon oxide (SiO₂) system thru/or any 1 term of 7.

[Claim 9] Said cleaning processes are 6 sulfur fluorides (SF₆). Or 3 nitrogen fluoride (NF₃) The dry etching approach of a semi-conductor given in claim 1 characterized by using the gas which contains a kind at least thru/or any 1 term of 8.

[Claim 10] The dry-etching approach of the semi-conductor characterized by to have the purge process which removes the foreign matter which adhered gas on the sink, the foreign matter which floats to the etching interior of a room, and said substrate in the condition it is carried out between the etching process which divides into the process of multiple times and is performed, and each of said etching process, and do

not generate the plasma in the approach of carrying out dry etching of the substrate which consists of silicon.

[Claim 11] The gas used at said purge process is the dry etching approach of the semi-conductor according to claim 4 or 10 characterized by consisting of the presentation of the gas used at said each etching process, and an abbreviation EQC.

[Claim 12] Said purge process is the dry etching approach of the semi-conductor according to claim 4 or 10 which makes the same the gas presentation and flow rate in said each etching process, and is characterized by being carried out on the conditions which suspended supply of the power which generates the plasma.

[Claim 13] Said purge process is the dry etching approach of the semi-conductor according to claim 4 or 10 which are the conditions that the selection ratio to silicon oxide (SiO₂) is small, and is characterized by being carried out by enlarging the total quantity of gas flow to the conditions in said each etching process.

[Claim 14] Said purge process is the dry etching approach of a semi-conductor given in claims 4 and 10 characterized by having the process which performs stabilization of a pressure, and stabilization of a flow rate before going into the following etching process, or any 1 term of 13.

[Claim 15] The dry etching approach of a semi-conductor given in claim 1 characterized by forming the silicon oxide (SiO₂) film in the front face of said dummy substrate thru/or any 1 term of 9.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention performs dry etching to a silicon (Si) substrate, and relates to the approach of forming a trench (deep groove), a deep hole, etc. on a substrate. Especially, it is stabilized for every sheet and related with the approach of etching.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to carry out insulating separation of the inside of the semiconductor device formed on the silicon substrate conventionally, forming a trench in a substrate by etching is performed. Although this trench is formed of etching, it is set to the conditions, i.e., the conditions into which SiO₂ is hard to be etched, that the etching velocity ratio (selection ratio: (etch rate of Si) / (etch rate of SiO₂)) of the etched material to the mask which consists of SiO₂ is high, and he etches it only in the depth direction alternatively, and is trying to acquire the shape of a quirk of a high aspect ratio. However, in order to etch by this approach, generating the resultant of SiO₂ system (1) Condensation of a resultant, and (2) Exfoliation of the resultant deposited on the etching interior of a room, (3) The desorption of SiO₂ from a mask etc. becomes the main causes, and the foreign matter of SiO₂ system accumulates on an etched part. There is a problem that this foreign matter serves as a mask of etching, and the part which is not etched, i.e., the etch residue called black silicon (Si), occurs. The generating process of this etch residue is typically shown in drawing 15.

[0003] If a trench 3 is formed by etching the etched section 6 (drawing 15 (a)) to which opening of the predetermined field of the mask 1 formed on the silicon substrate 2 was carried out and a foreign matter 5 accumulates on a trench 3 during this etching (drawing 15 (b)), henceforth, a foreign matter 5 will serve as a mask at the time of etching, and the column-like black (etch residue) Si 4 will be generated (drawing 15 (c)). When the magnitude of this black Si 4 is large, proper separation width of face is not obtained, but the insulating separation between components becomes difficult. Moreover, it increases, so that the yield of black Si 4 has much generating of a foreign matter, and the probability for poor insulation to occur in connection with this also becomes high. Therefore, black Si 4 becomes easy to generate the etching conditions which a resultant tends to generate. In order to etch generating the resultant of SiO₂ system by trench etching, the probability for Black Si to be generated is high. Since it was etching after it was not covered with a mask but etched material had been exposed in order that the range of several mm might remove a resist from the periphery of a substrate at the pattern formation process of a mask conventionally, as compared with trench width of face, Black Si may be generated into a large part, and when those blacks Si break in a back process, it may become a source of a foreign matter.

[0004] In order to solve this, how to suppress generating of a foreign matter can be considered by leaving SiO₂ mask to the substrate periphery section. However, in order that the rate of the area of an etched part to substrate area may become small and the amount of generation of a resultant may decrease by etching into the substrate periphery section by leaving SiO₂ mask, it becomes a low selection ratio. Therefore, since etching of SiO₂ mask increases, in order to control this, it is necessary to change etching conditions into the etching conditions whose amounts of resultants increase, i.e., the conditions of a high selection ratio. The flow rate of SiF₄ gas and O₂ gas is made to specifically increase. Moreover, since there is an inclination for the edge section of a mask to be deleted by the effectiveness of sputter etching as the periphery section of a substrate, if the path of a substrate becomes large, in order to protect a

-mask, it is necessary to change etching conditions into the conditions of a high selection ratio. However, with condition modification of this selection ratio, the amount of generation of a resultant will increase, the amount of the foreign matter adhering to the etched section will increase, the yield of Black Si will increase, and poor insulation will occur.

[0005] Thus, although what is necessary is just to control generating of a resultant in order to suppress generating of Black Si, if it is going to control a resultant, it will become a low selection ratio, and if it is going to make it a high selection ratio, generating of a resultant will increase. The technique currently indicated by JP,8-17804,A is known as an approach of solving the problem which is these-contrary. By this etching approach, an etched substrate is laid in a chamber, and it is F. After removing the natural oxidation film which cleaned by plasma discharge using system gas, and was exposed on Si substrate, and the resultant which adhered in the chamber by trench etching of the last substrate, they are Cl system and I. It is considering as the configuration which performs trench etching of the following substrate using the gas containing a system and Br system. By removing this natural oxidation film, a good trench configuration is acquired, by removing the resultant which adhered in the chamber, deposition of a resultant is prevented and stable etching is enabled.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when it cleans where an etched substrate is installed in a chamber since etching by F system gas is isotropic, the trench configuration of an etched substrate changes and there is a problem that a trench cannot be formed with a sufficient precision.

[0007] Therefore, the purpose of this invention is realizing the dry etching approach which enabled it to form the trench of an etched substrate with a sufficient precision by taking out an etched substrate from the inside of a chamber, and cleaning by installing a dummy substrate in a chamber in view of the above-mentioned technical problem.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, according to the means according to claim 1, in the approach of carrying out dry etching of the substrate which consists of silicon, dry etching of the substrate is first carried out by the etching process. And a substrate is discharged by the cleaning process outside an etching chamber after termination of an etching process, a dummy substrate is instead installed in the etching interior of a room, and the resultant generated by the etching interior of a room is etched. After termination of this cleaning process, the following substrate is installed in the etching interior of a room, and the following dry etching is performed. Thus, since the resultant by dry etching is removed for every sheet by the cleaning process, deposition of a resultant can be reduced and the yield of the foreign matter which considered exfoliation of the resultant adhering to the etching interior of a room as the reason can be reduced. Thereby, generating of black silicon is controlled and between components can be insulated good. Moreover, at a cleaning process, since the etched substrate is placed out of an etching chamber, a trench configuration cannot change with cleaning processes and the precision of a trench configuration can be raised.

[0009] According to the means according to claim 2, it has the etching process which divides into the process of multiple times and is performed, and the cleaning process which etches the resultant which was performed between each etching process, placed the substrate out of the etching chamber, and was generated by the etching interior of a room according to each etching process, and after each cleaning process, a substrate is returned to the etching interior of a room, and then an etching process is performed. When the resultant adhering to the etching interior of a room is etched by the cleaning process by this, the yield of the foreign matter which considered exfoliation of the resultant adhering to the etching interior of a room as the reason can be reduced. Moreover, since division activation of the etching process is carried out, the etching time in each etching process can be shortened, the amount of the foreign matter generated in each etching process can be reduced, and generating of Black Si can be reduced also by this.

[0010] According to the means according to claim 3, after a cleaning process, while removing the resultant etched by the cleaning process from the etching interior of a room, it has the seasoning process which adjusts the ambient atmosphere of the etching interior of a room, and the temperature of a substrate. Since the suspended matter of the etched resultant is removed from the etching interior of a room by this, the yield of the foreign matter which considered suspended matter as the reason can be reduced. Moreover, since the ambient atmosphere of the etching interior of a room and the temperature of a substrate are adjusted, promptly, it is stabilized and the etching process after a seasoning process can be

performed.

[0011] According to the means according to claim 4, it has the purge process which removes the foreign matter which adhered gas in the condition of not generating the plasma, on the sink, the foreign matter which floats to the etching interior of a room, and the dummy substrate after a seasoning process. Thereby, the foreign matter which adhered on the dummy substrate, and the foreign matter which floats to the etching interior of a room can be reduced more.

[0012] Since the resultant deposited on the etching interior of a room by performing a cleaning process, a seasoning process, and a purge process to lot-to-lot can be removed more effectively according to the means according to claim 5, an etching chamber is opened wide, washing becomes unnecessary, and manufacture effectiveness improves.

[0013] According to the means according to claim 6, by making it smaller than the etch rate of a substrate, the etch rate of a dummy substrate can control the consumption of etchant, and can remove a resultant effectively at a cleaning process.

[0014] According to the means according to claim 7, a cleaning process consists of the 1st cleaning process and the 2nd cleaning process performed by different pressure from the 1st cleaning process. Since directivity is strong when the resultant deposited on the etching interior of a room is removed by homogeneity and a cleaning process is performed under low voltage conditions by this, since it is isotropic etching when a cleaning process is performed under high-pressure conditions, the resultant deposited on the center section of the etching chamber is removed. Thus, a resultant can be more effectively removed with constituting a cleaning process from two processes that pressures differ.

[0015] According to the means according to claim 8, the resultant adhering to the etching interior of a room is more removable to fitness by performing each cleaning process on the conditions which etch the resultant of SiO₂ system.

[0016] According to the means according to claim 9, it is SF₆. Or NF₃ By performing a cleaning process using the gas which contains a kind at least, the volatilization removal of the resultant adhering to the etching interior of a room can be carried out good.

[0017] According to the means according to claim 10, it is carried out between the etching process which divides into the process of multiple times and is performed, and each etching process, and dry etching of a silicon substrate is performed using the purge process which removes the foreign matter which adhered gas on the sink, the foreign matter which floats to the etching interior of a room, and the substrate in the condition of not generating the plasma. Thereby, by establishing a purge process between each etching process, while removing the foreign matter which adhered on the substrate, the foreign matter which floats to the etching interior of a room can be reduced in the condition at the time of etching initiation, and generating of the black Si formed considering a foreign matter as a mask can be reduced. Moreover, since an etching process is divided, the etching time in each etching process can be shortened, the amount of the foreign matter generated in each etching process can be reduced, and generating of Black Si can be reduced also by this.

[0018] According to the means according to claim 11, the etching process after a purge process can be promptly performed by performing a purge process using the gas used at each etching process, and the gas which consists of the presentation of an abbreviation EQC.

[0019] According to the means according to claim 12, the foreign matter which floated to the foreign matter which controlled etching to a substrate and adhered to the substrate, and the etching interior of a room is removable good by making the same the gas presentation and flow rate in each etching process, and performing a purge process on the conditions which suspended supply of the power which generates the plasma. Moreover, since the flow rate of each gas is uniformly held in an etching process and a purge process, more promptly, from the beginning, it is stabilized and the etching process after a purge process can be performed.

[0020] It is possible better and to remove the foreign matter which floats to the foreign matter which adhered on the substrate, and the etching interior of a room at a high speed, controlling etching to a substrate to the conditions in each etching process by being the conditions that the selection ratio to SiO₂ is small, and enlarging the total quantity of gas flow, and performing a purge process according to the means according to claim 13.

[0021] According to the means according to claim 14, by having the process which performs stabilization of a pressure, and stabilization of a flow rate, still more promptly, it is stabilized and a purge process can

perform the etching process after a purge process, before going into the following etching process.
[0022] It is SF₆ by forming SiO₂ film in the front face of a dummy substrate according to the means according to claim 15. If it etches using gas, since the etch rate to SiO₂ is smaller than the etch rate to Si, it is SF₆. Consumption of gas is controlled and the removal effectiveness of a resultant can be raised.

[0023]

[Embodiment of the Invention]

(The 1st example) This invention is hereafter explained based on a concrete example. RIE as shown in the typical sectional view of drawing 1 as a dry etching system (Reactive Ion Etching: reactive ion etching) Equipment was used. RIE It is ECR (Electron Cyclotron Resonance) to instead of. Equipment and ICP (Inductivity Coupled Plasma) Equipment etc. may be used. In drawing 1, the up electrode 304 and the lower electrode 305 are in an etching chamber 301, the target substrate 308 is arranged to this lower electrode 305, the etching gas described below from a gas inlet 302 is introduced, and it is discharged from an exhaust port 303. An oxide film 7 is embedded in the Si substrate 2, the mask 1 which consists of SiO₂ in which the etched field carried out opening is formed on the Si substrate 2 (refer to drawing 15), and a substrate 308 is fixed by the clamp 309 (refer to drawing 5). Between an electrode 304 and 305, the power of 13.56 MHz is supplied from RF generator 306, the gas plasma arises between an electrode 304 and 305, and etching of a substrate 308 is performed. In addition, this RIE Equipment is a magnetron method with which the magnetic coil 307 is arranged around the etching chamber 301. In addition, the equipment shown in drawing 1 is used also in each below-mentioned example.

[0024] Above RIE the etching gas used in equipment — HBr and SF₆ O₂ gas (it is hereafter described as "helium and O₂ gas") containing SiF₄ and helium gas it is — it etched on the conditions shown in drawing 3. helium and O₂ gas — helium:O₂ 7:3 although the mixed gas of a configuration was used, if a flow rate is controllable — O — other inert gas may be included independently 2 gas.

[0025] In this example, whenever it ended etching to one substrate, it considered as the configuration which established the dry-cleaning process using the dummy substrate only for cleanings. As an example, the process flow in this example is shown in drawing 2. In this example, the etched substrate 308 is taken out from the inside of an etching chamber 301 after termination of etching of one substrate, the dummy substrate only for cleanings with which SiO₂ was instead formed on Si substrate is arranged in a location with a substrate 308, and the sheet cleaning process CL 1 is performed. After this sheet cleaning process CL 1 performed the cleaning process C1 for 80 seconds, it was considered as the configuration which performs the seasoning process S1 for 20 seconds, and performs the purge process P1 for 60 seconds after that.

[0026] The operation conditions in each processes C1, S1, and P1 are shown in drawing 4. As shown in drawing 4, at the cleaning process C1, a gas presentation is SF₆. It is SF₆ about the resultant which is a chisel and adhered to the wall and clamp 309 of the up electrode 304, the lower electrode 305, and an etching chamber 301. It is the process removed by used etching. Since the resultant of SiO₂ system which adhered in the etching chamber 301 during etching is removed by this cleaning process C1, it is possible to prevent adhesion in the etched section of the foreign matter which considered exfoliation of the resultant which adhered in the etching chamber 301 during etching of the following substrate as the reason. The seasoning process S1 is performed on gas conditions similar to etching conditions, and removal out of the etching chamber 301 of the resultant etched at adjustment of the ambient atmosphere in an etching chamber 301, adjustment of substrate temperature, and the cleaning process C1 is performed. In this example, the gas conditions of the seasoning process S1 lessen HBr which contributes to formation of a resultant as compared with etching conditions, and gas supply volume of SiF₄ and O₂, and the newly generated amount of resultants was made to lessen them. Gas was passed in the condition of the purge process P1 supplying gas on conditions similar to etching conditions, and not outputting RF power, considering it as the configuration which does not generate a magnetic field, therefore not generating the gas plasma. The purge process P1 removes the foreign matter which remains in the condition of having floated in the etching chamber 301 after the seasoning process S1.

[0027] In this example, the substrate whose front face is SiO₂ is used as a dummy substrate only for cleanings. SF₆ Since the etch rate to Si is larger than the etch rate to SiO₂, if Si substrate is used for gas, SF₆ will be consumed by etching of Si substrate, and the removal effectiveness of a resultant will fall. Therefore, it is SF₆ by using the dummy substrate whose front face is SiO₂. Consumption of gas is controlled and the removal effectiveness of a resultant can be raised. Moreover, also in the seasoning

process S1, since it will newly become easy to generate a resultant if the dummy substrate which consists of Si is used, since the etch rate of Si is large, it is desirable to use the dummy substrate whose front face is SiO₂ also in this case.

[0028] At this example, a dummy substrate oxidizes Si substrate thermally and is 0.95 micrometers. CVD after forming SiO₂ of thickness It is 1 by law. mum The thing in which SiO₂ was formed was used. The amount of shaving of SiO₂ of a dummy substrate was 15A at 1250A and the seasoning process S1 in the cleaning process C1. For this reason, it can be used for 15 times of sheet cleaning processes with one dummy substrate.

[0029] In the former, when it etched where a substrate 308 is fixed by the clamp 309 as shown in drawing 5 (a), as shown in drawing 5 (b), the resultant 310 accumulated in the etching chamber 301 (a clamp 309 top is included) during etching, and exfoliation of the resultant 310 had become a source of particle. In this example, by etching a resultant 310 by cleaning for every sheet using the dummy substrate 311, as shown in drawing 5 (c), a resultant 310 does not accumulate, but particle can be reduced. Consequently, the etch residue which considered particle as the reason can be reduced. It sets after dry etching termination of one lot which consists of 25 substrates 308, and drawing 6 is the deposition field of the resultant 310 on a clamp 309, and 0.3. mum It is the explanatory view having shown the number of the particle of the above magnitude. A lot of resultants 310 accumulate on the large field on a clamp 309 in the former, consequently it is about 700 in the field of a substrate 308. Although there was particle of an individual, in this example, the resultant 310 accumulated only on the inner circumference of a clamp 309, and the number of particle has been reduced to 30 pieces.

[0030] (The 2nd example) The description of this example is the point of having enabled it to remove more the resultant which established two steps of cleaning processes and was deposited on the etching interior of a room to fitness. Drawing 7 is the mimetic diagram having shown the process flow in this example. In this example, the sheet cleaning process CL 2 is performed for every sheet using the dummy substrate only for cleanings. As for the sheet cleaning process CL 2, the 1st cleaning process C21, the 2nd cleaning process C22, the seasoning process S2, and the purge process P2 are performed in order. At each processes C21, C22, S2, and P2, it is taken out from the inside of an etching chamber 301, and the substrate 308 which etching ended like the 1st example arranges the dummy substrate 311 instead, and is performed.

[0031] Drawing 8 is drawing having shown the conditions of each processes C21, C22, S2, and P2. The 1st cleaning process C21, the seasoning process S2, and the purge process P2 are set as the respectively same conditions as the cleaning process C1 in the 1st example, the seasoning process S1, and the purge process P1. The 2nd cleaning process C22 is performed on condition that low voltage and high RF power as compared with the 1st cleaning process C21. By this, the plasma is centralized on the center section of the etching chamber, the physical etching effectiveness is heightened, and removal of the deposit near a substrate is enabled.

[0032] Drawing 9 is the related Fig. having shown the deposition situation of the resultant 310 which remained on the conditions (a pressure and time amount) of cleaning, and the clamp 309 after dry etching termination of the lot which consists of 25 sheets. A resultant 310 remains in the inner circumference of a clamp 309 only by etching under the pressure (300mTorr) used at the 1st cleaning process C21 so that it may see in this drawing. On the other hand, a resultant 310 remains in the periphery of a clamp 309, and the lateral portion of a pawl only by etching under the pressure (100mTorr) used in the 2nd cleaning C22. On low voltage conditions, although it is effective in removal of the deposit of the center section of the etching chamber, this result shows that removal of the deposit in a periphery is difficult, in order that a surrounding plasma consistency may decrease. Moreover, although the deposit of the etching interior of a room is removable to homogeneity on high-pressure conditions since it is comparatively isotropic etching, it turns out that the removal in the center section of a substrate with much alimentation is difficult. Therefore, the deposit of the etching interior of a room is efficiently removable by combining the 1st cleaning process C21 performed under high-pressure conditions, and the 2nd cleaning process C22 performed under low voltage conditions.

[0033] On low voltage conditions, while the etch rate of the deposit in the center of an etching chamber becomes large, the etch rate of SiO₂ on a dummy substrate also becomes large. For this reason, as for etching time, it is desirable to make it necessary minimum. In this example, time amount of the 2nd cleaning process C22 was made into 15 seconds. Moreover, a dummy substrate is 0.95 micrometers by thermal

oxidation on Si substrate. SiO₂ is formed and they are after that and CVD. It is 2 micrometers by law. The substrate in which SiO₂ was formed was used. SiO₂ in the sheet cleaning process CL 2 in this example could be deleted, and the amount was 1850A per time. For this reason, dummy substrate 1 It can use for 15 times of the sheet cleaning processes CL 2 by **. Thus, by establishing two steps of cleaning processes C21 and C22, as shown in drawing 6 , the resultant 310 deposited on the clamp 309 was removable to extent which cannot be checked visually. Moreover, the number of particle has also been further reduced from the 1st example. In addition, although the 1st cleaning process C21 was performed with high pressure and the 2nd cleaning process C22 was performed with low voltage at this example, it is good also as a configuration which performs the 1st cleaning process C21 with low voltage, and performs the 2nd cleaning process C22 with high pressure.

[0034] (The 3rd example) In this example, the description is that it applied to lot-to-lot cleaning. At this lot-to-lot cleaning process, a substrate is taken out from the etching interior of a room like the 1st example, and a dummy substrate is arranged instead in the etching interior of a room. As shown in drawing 2 , the lot-to-lot cleaning process R1 is used for removal of the resultant which remains to the etching interior of a room after dry etching termination of one lot. The flow of this cleaning process R1 is the same as that of the 2nd example, and shows the conditions of each process to drawing 10 . As shown in drawing 10 , the resultant of the etching interior of a room is more removable to fitness by sequential execution of the 1st cleaning process, the low-pressure 2nd cleaning process, a high-pressure seasoning process, and a high-pressure purge process being carried out. The resultant of the etching interior of a room can be more effectively removed by combining this 3rd example and the 1st or 2nd above-mentioned example. Although the etching chamber was opened wide and washed by the former by this when the resultant of the etching interior of a room was not able to be removed, the frequency of such an activity can be reduced and manufacture effectiveness can be raised more.

[0035] (The 4th example) In this example, the description is in the point of having made it reduce the alimention to the etched section of a foreign matter, by establishing the process which removes the resultant which adhered in the etching chamber 301 between the etching processes divided into multiple times. Drawing 11 (a) is the mimetic diagram having shown the process flow in this example. First, it is the etching process E1 at the conditions shown in drawing 3 600 It carries out during a second, and after this, a substrate is taken out from the etching interior of a room, the dummy substrate with which SiO₂ was instead formed on the substrate is arranged, and the cleaning process C1 is performed for 80 seconds. A gas presentation is SF₆ as the conditions of this cleaning process C1 are shown in drawing 11 (b) . It is SF₆ about the resultant which is a chisel and adhered to the up electrode, the lower electrode, and the wall of an etching chamber. It is the process removed by used etching. Since the resultant of SiO₂ system which adhered to the etching interior of a room etc. at the etching process E1 according to this cleaning process C1 is removed, in a next etching process, it is possible to prevent deposition in the etched section of the foreign matter which considered exfoliation of the resultant adhering to the etching interior of a room etc. as the reason.

[0036] Then, it carries out for 20 seconds after the cleaning process C1 on the conditions which show the seasoning process S1 to drawing 11 (b) . This seasoning process S1 removes adjustment of the ambient atmosphere of the etching interior of a room, adjustment of substrate temperature, and the suspended matter of the resultant etched at the cleaning process C1 from the etching interior of a room. A substrate is returned on the lower electrode of an etching chamber after activation of this seasoning process S1, the etching process E2 is performed for 1000 seconds, and a predetermined trench configuration is acquired.

[0037] By considering as the process flow shown in above-mentioned drawing 11 (a) , since the resultant of the etching interior of a room is removed, the effect of the foreign matter at the time of etching can be reduced, generating of Black Si can be inhibited, and the product yield can be raised. Moreover, since substrate temperature and the ambient atmosphere of the etching interior of a room are adjusted by the seasoning process S1, the etching process E2 which is a back process of the seasoning process S1 can be performed promptly. Moreover, if these purposes (removal of the suspended matter of a resultant, implementation of the prompt etching process E2 after the seasoning process S1) are filled, it is possible to change the monograph affair of the seasoning process S1 shown in drawing 11 (b) . Moreover, in order to remove the foreign matter which floats to the etching interior of a room, and the foreign matter which adhered on the substrate, a purge process may be added to the process flow shown in drawing 11 (a) . Moreover, at the above-mentioned cleaning process C1, it is SF₆. Although used, they are 3 nitrogen

fluoride (NF₃). Even if it uses, the resultant adhering to the etching interior of a room is removable good. [0038] (The 5th example) The description of this example is the point of having carried out by having divided the etching process into multiple times, and having established the purge process between each etching process. As an example, the process flow in this example is shown in drawing 12 (a). It is the etching process E1 at the conditions shown in drawing 3 by this example 600 After carrying out during a second, it is the purge process P1 300 It considered as the configuration which carries out during a second and performs the etching process E2 for 1000 seconds on the same conditions as a process E1 after this purge process P1. The presentation of the gas used in the purge process P1 is the same as the presentation of the gas used at the etching processes E1 and E2, and shows the conditions of each gas to drawing 12 (b). Gas was passed in the condition of not outputting RF power, but considering as the configuration which does not generate a magnetic field at the purge process P1 as shown in drawing 12 (b), therefore not generating the gas plasma.

[0039] Thus, by performing the etching processes E1 and E2 divided into multiple times, the etching time in each etching processes E1 and E2 can be shortened, and the yield of the foreign matter in each processes E1 and E2 can be reduced. Moreover, since etching is performed at the former in the condition that the foreign matter 5 floated the inside of an etching chamber 301, and the condition of having adhered in the trench 3 as shown in drawing 13 (a) Although insulating separation of the both sides of a trench 3 was not able to be carried out since the foreign matter 5 in a trench 3 functioned as a mask and black Si 4 was formed Since the foreign matter 5 which floats the inside of a substrate front face or an etching chamber 301 is removed by dividing an etching process into two or more processes E1 and E2 as shown in drawing 13 (a), and establishing the purge process P1 between them as shown in drawing 13 (b), It is possible for generating of Black Si to be prevented and to carry out insulating separation of the both sides of a trench 3 good. Since the yield of the black Si 4 in trench etching was reduced, the yield of the insulating separation by the trench was able to become about 70%, and was able to make it improve sharply by this example, as compared with about 0% of yields in the conventional production process which does not establish a purge process, as shown in drawing 14 .

[0040] In this example, since it is the same as that of the gas presentation in the purge process P1, a gas presentation [in / for a flow rate / the etching processes E1 and E2], and a flow rate, it is possible for the ambient atmosphere of the etching interior of a room in the purge process P1 not to be different from the conditions at the time of etching, to be promptly stabilized from the beginning after the purge process P1, and to perform the etching process E2. Moreover, F of a low selection ratio [without using the gas of O₂ systems which contribute to formation of the low conditions of a selection ratio, i.e., a protective coat, in order to heighten the purge effectiveness, and Br system which contributes to etching of a substrate in the purge process P1] It is good also as a configuration which purges by the large flow rate using the gas of a system. Moreover, although effectiveness of a purge is so high that long duration operation is carried out, since the temperature of a substrate may fall and an etching property may change, it is necessary to set the execution time of the purge process P1 as the range in which substrate temperature does not change. If it is the range which fulfills these conditions (change of the ambient atmosphere of the etching interior of a room, and substrate temperature), it is possible to change purge time amount. For example, time amount h of one etching process It receives and purge time amount can be made into the range of 0.2h-0.8h. Moreover, since the etching process was only divided in time when the purge process P1 could be set up like this example so that an etching property might not be influenced, in each etching process, a property required for trench etching, such as the homogeneity of a high anisotropy, a high selection ratio, and an etch rate, is maintained.

[0041] Although considered as the configuration which etches on the conditions shown in drawing 3 in each above-mentioned example, etching conditions are not limited to this. As conditions to which trench etching is carried out good, it is HBr. A flow rate is 10 - 100sccm and SF₆. For a flow rate, 1 - 10sccm and the flow rate of SiF₄ are 0 - 20sccm and helium/O₂. A flow rate is the range of 2 - 20sccm. Moreover, RF power is mentioned as conditions with the range good [the range of 200 - 600w, and flux density] of 0 - 100G. moreover -- although considered as the configuration which etches on the conditions shown in drawing 2 in each above-mentioned example -- HBr etc. -- the gas containing a bromine, and SF₆ etc. -- you may etch using the gas which consists of the gas containing a halogen, and nitrogen gas. By this, etching of a substrate progresses by the gas containing a bromine, the etching residue is volatilized by the gas containing a halogen, and it removes, and is SiN by nitrogen gas. It generates, the side attachment wall

of a trench and SiO₂ are protected, a good trench configuration is acquired, and a selection ratio can be raised.

[0042] Moreover, it is good also as a configuration which etches using the gas which consists of the gas containing chlorine or chlorine, and the gas containing oxygen. It is possible to make an etch rate increase by the gas containing chlorine or chlorine, to be able to form a side-attachment-wall protective coat by the gas containing oxygen, to be able to raise the selection ratio to a mask, and to form a trench at high speed. What is necessary is to stop and to perform only supply of power at a purge process, corresponding to change of the gas presentation used for such etching, by a presentation and a quantity of gas flow equivalent to the gas used at the etching process. Moreover, at a cleaning process, it is SiN. Or SF₆ which etches the resultant of SiO₂ system Or NF₃ What is necessary is just to carry out using at least one kind of gas. Moreover, although the dummy substrate in which SiO₂ film was formed on the front face was used in each above-mentioned example, for example, a quartz substrate etc. can be used except [this]. Moreover, in each above-mentioned example, it cannot be overemphasized that it is possible to add the process of plasma stabilization and flow rate stabilization between each process.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233387

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

N

// C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-257492

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月5日

(31) 優先権主張番号 特願平8-354070

(32) 優先日 平8(1996)12月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 曾我 肇

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 近藤 憲司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 坂野 芳和

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

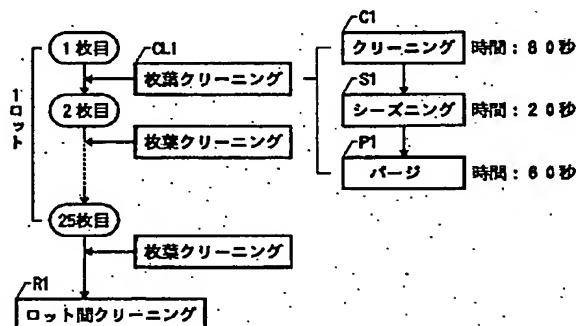
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体のドライエッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 ブラックシリコンの発生を防止し、製品歩留りを向上させること。

【解決手段】 HBr 、 SF_6 、 SiF_4 、 HeO_2 から成るガスをそれぞれ所定量導入し、1枚の基板のエッチングを行った後に、基板をエッチング室内から取り出し、代わりにSi基板上に SiO_2 が形成されたクリーニング専用のダミー基板を配置し、枚葉クリーニング工程CL1を行う。工程CL1は、80秒間のクリーニング工程C1、20秒間のシーズニング工程S1及び60秒間のパージ工程P1で構成される。工程C1ではエッチング室内に付着した反応生成物を SF_6 を用いたエッチングにより除去し、工程S1では雰囲気や基板温度を調整して工程C1にてエッチングされた反応生成物を除去する。工程P1では、ガスプラズマを発生させない状態でガスを流すことにより、工程S1後にエッチング室内に浮遊した状態で残留する異物を除去する。これによりブラックシリコンを発生させずに所定のトレンチ形状が得られ、製品歩留りが向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコンから成る基板をドライエッチングする方法において、

前記基板をドライエッチングするエッチング工程と、
前記エッチング工程の終了後に行われ、前記基板をエッチング室の外に排出し、ダミー基板を前記エッチング室内に設置し、前記エッチング工程により前記エッチング室内に生成された反応生成物をエッチングするクリーニング工程とを備え、前記クリーニング工程の終了後に、次にエッチングする基板を前記エッチング室内に設置して、次のドライエッチングを行うことを特徴とする半導体のドライエッチング方法。

【請求項2】 シリコンから成る基板をドライエッチングする方法において、

複数回の工程に分割して実行されるエッチング工程と、
前記各エッチング工程間に行われ、前記基板をエッチング室の外に置き、ダミー基板を前記エッチング室内に設置し、前記各エッチング工程によりエッチング室内に生成された反応生成物をエッチングするクリーニング工程とを有し、前記各クリーニング工程の後に前記基板を前記エッチング室内に戻して次のエッチング工程を行うことを特徴とする半導体のドライエッチング方法。

【請求項3】 前記クリーニング工程の後に行われ、前記クリーニング工程によりエッチングされた前記反応生成物を前記エッチング室内から除去すると共に、前記エッチング室内の雰囲気及び前記基板の温度を調整するシーズニング工程を備えたことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項4】 前記シーズニング工程の後に行われ、プラズマを発生させない状態でガスを流し、前記エッチング室内に浮遊する異物及び前記ダミー基板上に付着した異物を除去するバージ工程を備えたことを特徴とする請求項3に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項5】 前記クリーニング工程、シーズニング工程及びバージ工程は、ロット間においても行われることを特徴とする請求項4に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項6】 前記クリーニング工程において、前記ダミー基板のエッチング速度は、前記基板のエッチング速度より小さいことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項7】 前記クリーニング工程は、第1のクリーニング工程と、該第1のクリーニング工程とは異なる圧力で行われる第2のクリーニング工程とから成ることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項8】 前記クリーニング工程は、酸化シリコン(SiO_2)系の前記反応生成物をエッチングする条件で行われることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項9】 前記クリーニング工程は、六フッ化硫黄(SF_6)又は三フッ化窒素(NF_3)の少なくとも一種を含有するガスを用いたことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項10】 シリコンから成る基板をドライエッチングする方法において、

複数回の工程に分割して実行されるエッチング工程と、
前記各エッチング工程間に行われ、プラズマを発生させない状態でガスを流し、エッチング室内に浮遊する異物及び前記基板上に付着した異物を除去するバージ工程とを備えたことを特徴とする半導体のドライエッチング方法。

【請求項11】 前記バージ工程で用いられるガスは、前記各エッチング工程で用いられるガスと略同等の組成から成ることを特徴とする請求項4又は10に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項12】 前記バージ工程は、前記各エッチング工程におけるガス組成及び流量比を同一にして、プラズマを発生させる電力の供給を停止した条件で行われることを特徴とする請求項4又は10に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項13】 前記バージ工程は、前記各エッチング工程における条件に対して酸化シリコン(SiO_2)に対する選択比が小さい条件で、且つ総ガス流量を大きくして行われることを特徴とする請求項4又は10に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項14】 前記バージ工程は、次のエッチング工程に入る前に圧力の安定化及び流量の安定化を行う工程を有することを特徴とする請求項4、10又は13のいずれか1項に記載の半導体のドライエッチング方法。

【請求項15】 前記ダミー基板の表面には、酸化シリコン(SiO_2)膜が形成されていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の半導体のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン(Si)基板に対してドライエッチングを行い、基板上にトレンチ(深溝)や深孔などを形成する方法に関する。特に、枚葉毎に安定してエッチングできる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、シリコン基板上に形成された半導体素子内を絶縁分離するために、エッチングにより基板にトレンチを形成することが行われている。このトレンチは、エッチングにより形成されるが、 SiO_2 から成るマスクに対する被エッチング材のエッチング速度比(選択比: $(\text{Siのエッチング速度})/(\text{SiO}_2\text{のエッチング速度})$)が高い条件、即ち SiO_2 がエッチングされにくい条件に設定し、深さ方向にのみ選択的にエッチングして高アスペクト比の溝形状を得るようにしている。しかし、この方法

では、 SiO_2 系の反応生成物を発生させながらエッチングを行うために、(1) 反応生成物の凝集、(2) エッチング室内に堆積した反応生成物の剥離、(3) マスクからの SiO_2 の脱離などが主な原因となって被エッチング部分に SiO_2 系の異物が堆積し、この異物がエッチングのマスクとなって、エッチングされない部分、即ちブラックシリコン(Si)といわれるエッチング残渣が発生するという問題がある。このエッチング残渣の発生過程を図15に模式的に示す。

【0003】シリコン基板2上に形成されたマスク1の

所定領域が開口された被エッチング部6 (図15 (a)) をエッチングすることでトレンチ3が形成され、このエッチング中にトレンチ3上に異物5が堆積すると(図15 (b))、以後、異物5がエッチング時にマスクとなって柱状のブラックSi (エッチング残渣) 4が発生する(図15 (c))。このブラックSi 4の大きさが大きい場合には適正な分離幅が得られず、素子間の絶縁分離が困難になる。又、ブラックSi 4の発生量は、異物の発生が多いほど多くなり、これに伴い絶縁不良が発生する確率も高くなる。よって、反応生成物が発生しやすいエッチング条件ほど、ブラックSi 4が発生しやすくなる。トレンチエッチングでは SiO_2 系の反応生成物を発生させながらエッチングするため、ブラックSiが発生する確率が高い。従来、基板の外周から数mmの範囲は、マスクのパターン形成工程でレジストを除去するため、マスクに覆われておらず、被エッチング材が露出した状態でエッチングを行っていたので、トレンチ幅と比較して広い部分にブラックSiが発生し、それらのブラックSiが後工程において折れることにより異物源となる可能性もある。

【0004】これを解決するために、基板外周部に SiO_2 マスクを残すことにより、異物の発生を抑える方法が考えられる。しかし、基板外周部に SiO_2 マスクを残してエッチングを行うことで、基板面積に対する被エッチング部分の面積の割合が小さくなり、反応生成物の生成量が減少するために低選択比となる。よって、 SiO_2 マスクのエッチングが多くなるので、これを抑制するためエッチング条件を反応生成物量が多くなるエッチング条件、即ち、高選択比の条件に変更する必要がある。具体的には SiF_4 ガスと O_2 ガスの流量比を増加させる。又、基板の外周部ほどスパッタエッチングの効果でマスクのエッジ部が削られる傾向があるため、基板の径が大きくなるとマスクを保護するために、エッチング条件を高選択比の条件に変更する必要がある。しかし、この選択比の条件変更に伴って、反応生成物の生成量が増加し、被エッチング部に付着する異物の量が増加し、ブラックSiの発生量が増え、絶縁不良が発生してしまう。

【0005】このようにブラックSiの発生を抑えるためには、反応生成物の発生を抑制すればよいが、反応生成物を抑制しようとするれば低選択比となり、高選択比にし

ようとするれば反応生成物の発生が増加する。これら背反する問題を解決する方法として、例えば特開平8-17804号公報に開示されている技術が知られている。このエッチング方法では、被エッチング基板をチャンバ内に載置し、F系ガスをを用いたプラズマ放電によりクリーニングを行い、Si基板上に露出した自然酸化膜と、前回の基板のトレンチエッチングによりチャンバ内に付着した反応生成物とを除去してから、Cl系、I系、Br系を含むガスをを用いて次の基板のトレンチエッチングを行う構成としている。この自然酸化膜を除去することにより良好なトレンチ形状が得られ、チャンバ内に付着した反応生成物を除去することにより、反応生成物の堆積を防止し、安定したエッチングを可能としている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、F系ガスによるエッチングは等方的であるので、被エッチング基板をチャンバ内に設置した状態でクリーニングを行うと、被エッチング基板のトレンチ形状が変化し、精度よくトレンチを形成できないという問題がある。

【0007】従って、本発明の目的は、上記課題に鑑み、被エッチング基板をチャンバ内から取り出し、ダミーの基板をチャンバ内に設置してクリーニングを行うことにより、被エッチング基板のトレンチを精度よく形成できるようにしたドライエッチング方法を実現することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の手段によれば、シリコンから成る基板をドライエッチングする方法において、まず、エッチング工程により基板がドライエッチングされる。そして、エッチング工程の終了後、クリーニング工程により基板がエッチング室の外に排出され、代わりにダミー基板がエッチング室内に設置され、エッチング室内に生成された反応生成物がエッチングされる。このクリーニング工程の終了後に、次の基板がエッチング室内に設置されて次のドライエッチングが行われる。このようにクリーニング工程により、ドライエッチングによる反応生成物が枚葉毎に除去されるので、反応生成物の堆積を低減でき、エッチング室内に付着した反応生成物の剥離を起因とした異物の発生量を低減できる。これにより、ブラックシリコンの発生を抑制し、素子間を良好に絶縁できる。又、クリーニング工程では、エッチングされた基板はエッチング室の外に置かれるので、クリーニング工程によりトレンチ形状が変化することがなく、トレンチ形状の精度を高めることができる。

【0009】請求項2に記載の手段によれば、複数回の工程に分割して実行されるエッチング工程と、各エッチング工程間に行われ、基板をエッチング室の外に置き、各エッチング工程によりエッチング室内に生成された反応生成物をエッチングするクリーニング工程とを有し、

各クリーニング工程の後に基板をエッチング室内に戻して次にエッチング工程を行う。これにより、エッチング室内に付着した反応生成物がクリーニング工程によりエッチングされることにより、エッチング室内に付着した反応生成物の剥離を起因とした異物の発生量を低減することができる。又、エッチング工程が分割実行されるので、各エッチング工程におけるエッチング時間が短縮され、各エッチング工程において発生する異物の量を低減でき、これによってもブラックSiの発生を低減できる。

【0010】請求項3に記載の手段によれば、クリーニング工程の後に、クリーニング工程によりエッチングされた反応生成物をエッチング室内から除去すると共に、エッチング室内の雰囲気及び基板の温度を調整するシーズニング工程を備える。これにより、エッチングされた反応生成物の浮遊物がエッチング室内から除去されるので、浮遊物を起因とした異物の発生量を低減できる。又、エッチング室内の雰囲気及び基板の温度が調整されるので、シーズニング工程の後のエッチング工程を速やかに且つ安定して実行することができる。

【0011】請求項4に記載の手段によれば、シーズニング工程の後に、プラズマを発生させない状態でガスを流し、エッチング室内に浮遊する異物及びダミー基板上に付着した異物を除去するバージ工程を備える。これにより、ダミー基板上に付着した異物やエッチング室内に浮遊する異物をより低減できる。

【0012】請求項5に記載の手段によれば、クリーニング工程、シーズニング工程及びバージ工程がロット間に行われることにより、エッチング室内に堆積する反応生成物をより効果的に除去できるので、エッチング室を開放して洗浄が不要となり、製造効率が向上する。

【0013】請求項6に記載の手段によれば、クリーニング工程では、ダミー基板のエッチング速度は基板のエッチング速度より小さくすることにより、エッチャントの消費量を抑制でき、効果的に反応生成物を除去できる。

【0014】請求項7に記載の手段によれば、第1のクリーニング工程と、その第1のクリーニング工程とは異なる圧力で行われる第2のクリーニング工程とでクリーニング工程が構成される。これにより、高圧条件下でクリーニング工程を行うと、等方性エッチングであるのでエッチング室内に堆積した反応生成物が均一に除去され、低圧条件下でクリーニング工程を行うと、方向性が強いので、エッチング室の中央部に堆積した反応生成物が除去される。このように、クリーニング工程を圧力の異なる2つの工程で構成することで、より効果的に反応生成物を除去できる。

【0015】請求項8に記載の手段によれば、SiO₂系の反応生成物をエッチングする条件で各クリーニング工程を行うことにより、エッチング室内に付着した反応生成物をより良好に除去することができる。

【0016】請求項9に記載の手段によれば、SF₆。又はNF₃の少なくとも一種を含有するガスを用いてクリーニング工程を行うことにより、エッチング室内に付着した反応生成物を良好に揮発除去できる。

【0017】請求項10に記載の手段によれば、複数回の工程に分割して実行されるエッチング工程と、各エッチング工程間に行われ、プラズマを発生させない状態でガスを流し、エッチング室内に浮遊する異物及び基板上に付着した異物を除去するバージ工程とを用いて、シリコン基板のドライエッチングを行う。これにより、各エッチング工程間にバージ工程を設けることで、基板上に付着した異物を除去すると共に、エッチング室内に浮遊する異物をエッチング開始時の状態に低減することができ、異物をマスクとして形成されるブラックSiの発生を低減させることができる。又、エッチング工程が分割されるので、各エッチング工程におけるエッチング時間が短縮され、各エッチング工程において発生する異物の量を低減でき、これによってもブラックSiの発生を低減できる。

【0018】請求項11に記載の手段によれば、各エッチング工程で用いられるガスと略同等の組成から成るガスをを用いてバージ工程を行うことにより、バージ工程後のエッチング工程を速やかに実行できる。

【0019】請求項12に記載の手段によれば、各エッチング工程におけるガス組成及び流量比を同一にして、プラズマを発生させる電力の供給を停止した条件でバージ工程を行うことにより、基板に対するエッチングを抑制して基板に付着した異物及びエッチング室内に浮遊した異物を良好に除去できる。又、エッチング工程とバージ工程とにおいて各ガスの流量比は一定に保持しているので、バージ工程後のエッチング工程をより速やかに且つ当初から安定して実行することができる。

【0020】請求項13に記載の手段によれば、各エッチング工程における条件に対してSiO₂に対する選択比が小さい条件で、且つ総ガス流量を大きくしてバージ工程を行うことにより、基板に対するエッチングを抑制しつつ、基板上に付着した異物及びエッチング室内に浮遊する異物をより良好且つ高速に除去することが可能である。

【0021】請求項14に記載の手段によれば、バージ工程が、次のエッチング工程に入る前に圧力の安定化及び流量の安定化を行う工程を有することにより、バージ工程後におけるエッチング工程をさらに速やかに且つ安定して実行することができる。

【0022】請求項15に記載の手段によれば、ダミー基板の表面にSiO₂膜が形成されることにより、SF₆ガスをを用いてエッチングを行えば、SiO₂に対するエッチング速度はSiに対するエッチング速度より小さいので、SF₆ガスの消費が抑制され、反応生成物の除去効率を高めることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

(第1実施例) 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。ドライエッチング装置として、図1の模式的断面図に示すようなRIE(Reactive Ion Etching: 反応性イオンエッチング)装置を用いた。RIEの代わりにECR(Electron Cyclotron Resonance)装置やICP(Inductivity Coupled Plasma)装置などを用いてもよい。図1において、エッチング室301内に上部電極304と下部電極305があり、この下部電極305に対象とする基板308を配置し、ガス導入口302より下記に述べるエッチングガスが導入され、排気口303から排出される。基板308は、Si基板2内に酸化膜7が埋め込まれ、被エッチング領域が開いたSiO₂から成るマスク1がSi基板2上に形成されており(図15参照)、クランプ309(図5参照)により固定される。電極304、305間には高周波電源306より13.56MHzの電力が供給され、電極304、305間でガスプラズマが生じて基板308のエッチングが行われる。尚、このRIE装置はエッチング室301の周りにマグネットコイル307が配置してあるマグネトロ方式である。尚、後述の各実施例においても、図1に示す装置が用いられる。

【0024】上記RIE装置において、用いたエッチングガスは、HBr、SF₆とSiF₄、それからHeガスを含むO₂ガス(以下、「He、O₂ガス」と記す)であり、図3に示す条件にてエッチングを行った。He、O₂ガスはHe:O₂が7:3の構成の混合ガスを使用した。流量が制御できればO₂ガス単独でもよく、又、他の不活性ガスを含んでもよい。

【0025】本実施例では、一枚の基板に対するエッチングを終了する毎に、クリーニング専用のダミー基板を用いたドライクリーニング工程を設けた構成とした。一例として、図2に本実施例における工程フローを示す。本実施例では、一枚の基板のエッチングの終了後、被エッチング基板308をエッチング室301内から取り出し、代わりにSi基板上にSiO₂が形成されたクリーニング専用のダミー基板を基板308のあった位置に配置し、枚葉クリーニング工程CL1を行う。この枚葉クリーニング工程CL1は、クリーニング工程C1を80秒間行った後、シーズニング工程S1を20秒間行い、その後バージ工程P1を60秒間行う構成とした。

【0026】各工程C1、S1及びP1における実施条件を図4に示す。図4に示されるように、クリーニング工程C1では、ガス組成はSF₆のみであり、上部電極304、下部電極305、エッチング室301の内壁及びクランプ309に付着した反応生成物をSF₆を用いたエッチングにより除去する工程である。このクリーニング工程C1により、エッチング中にエッチング室301内に付着したSiO₂系の反応生成物を取り除かれるため、次の基板のエッチング中に、エッチング室301内に付着

した反応生成物の剥離を起因とした異物の被エッチング部への付着を防止することが可能である。シーズニング工程S1は、エッチング条件に類似したガス条件で行い、エッチング室301内の雰囲気調整、基板温度の調整及びクリーニング工程C1にてエッチングした反応生成物のエッチング室301内からの除去を行う。本実施例では、シーズニング工程S1のガス条件は、エッチング条件と比較して反応生成物の形成に寄与するHBr、SiF₄、及びO₂のガス供給量を少なくし、新たに発生する反応生成物量が少なくするようにした。バージ工程P1は、エッチング条件に類似した条件でガスを供給し、RFパワーを出力せず、磁場を発生しない構成とし、従ってガスプラズマを発生させない状態でガスを流すようにした。バージ工程P1は、シーズニング工程S1後に、エッチング室301内に浮遊した状態で残留する異物を除去する。

【0027】本実施例では、クリーニング専用のダミー基板として、表面がSiO₂である基板を用いている。SF₆ガスは、SiO₂に対するエッチング速度よりSiに対するエッチング速度の方が大きいので、Si基板を用いると、Si基板のエッチングによりSF₆が消費されて、反応生成物の除去効率が低下する。よって、表面がSiO₂であるダミー基板を用いることにより、SF₆ガスの消費が抑制され、反応生成物の除去効率を高めることができる。又、シーズニング工程S1においても、Siのエッチング速度が大きいので、Siから成るダミー基板を用いると新たに反応生成物が発生しやすくなるので、この場合にも表面がSiO₂であるダミー基板を用いることが望ましい。

【0028】本実施例では、ダミー基板は、Si基板を熱酸化して0.95μmの厚さのSiO₂を形成後、CVD法により1μmのSiO₂を形成したものを用いた。ダミー基板のSiO₂の削り量は、クリーニング工程C1で1250Å、シーズニング工程S1で15Åであった。このため、ダミー基板1枚で、15回の枚葉クリーニング工程に使用することができる。

【0029】従来では、図5(a)に示すように、クランプ309により基板308を固定した状態でエッチングを行うと、図5(b)に示すように、エッチング中にエッチング室301(クランプ309上を含む)内に反応生成物310が堆積し、その反応生成物310の剥離がパーティクル源となっていた。本実施例では、ダミー基板311を用いて枚葉毎にクリーニングによって反応生成物310をエッチングすることにより、図5(c)に示すように反応生成物310が堆積せず、パーティクルを低減できる。その結果、パーティクルを起因としたエッチング残渣を低減できる。図6は、25枚の基板308から成る1ロットのドライエッチング終了後において、クランプ309上の反応生成物310の堆積領域と、0.3μm以上の大きさのパーティクルの個数とを示した説明図である。従来では、クランプ309上の広い

領域に多量の反応生成物310が堆積し、その結果、基板308の面内で約700個のパーティクルがあったが、本実施例では、クランプ309の内周にのみ反応生成物310が堆積し、パーティクル数は30個に低減できた。

【0030】(第2実施例)本実施例の特徴は、2段階のクリーニング工程を設け、エッチング室内に堆積した反応生成物をより良好に除去できるようにした点である。図7は、本実施例における工程フローを示した模式図である。本実施例では、クリーニング専用のダミー基板を用いて枚葉毎に、枚葉クリーニング工程CL2を行って、枚葉クリーニング工程CL2は、第1クリーニング工程C21、第2クリーニング工程C22、シーズニング工程S2及びバージ工程P2が順に実行される。各工程C21、C22、S2及びP2では、第1実施例と同様にエッチングの終了した基板308がエッチング室301内から取り出され、代わりにダミー基板311を配置して実行される。

【0031】図8は、各工程C21、C22、S2及びP2の条件を示した図である。第1クリーニング工程C21、シーズニング工程S2及びバージ工程P2は、それぞれ第1実施例におけるクリーニング工程C1、シーズニング工程S1及びバージ工程P1と同一の条件に設定されている。第2クリーニング工程C22は、第1クリーニング工程C21と比較して、低圧、高RFパワーの条件で実行される。これにより、プラズマをエッチング室の中央部に集中させて物理的なエッチング効果を高め、基板付近の堆積物の除去を可能としている。

【0032】図9は、クリーニングの条件(圧力及び時間)と、25枚から成るロットのドライエッチング終了後におけるクランプ309上に残留した反応生成物310の堆積状況を示した関係図である。この図に見られるように、第1クリーニング工程C21で用いた圧力(300mTorr)下でのエッチングだけでは、クランプ309の内周に反応生成物310が残る。一方、第2クリーニング工程C22で用いた圧力(100mTorr)下でのエッチングだけでは、クランプ309の外周と爪の側面部に反応生成物310が残る。この結果より、低圧条件では、エッチング室の中央部の堆積物の除去に有効であるが、周囲のプラズマ密度が低減するため周辺部における堆積物の除去が困難であることがわかる。又、高圧条件では、比較的等方性のエッチングであるため、エッチング室内の堆積物を均一に除去できるが、堆積量が多い基板の中央部における除去が困難であることがわかる。よって、高圧条件下で行う第1クリーニング工程C21と、低圧条件下で行う第2クリーニング工程C22とを組み合わせることにより、エッチング室内の堆積物を効率よく除去可能である。

【0033】低圧条件では、エッチング室の中央での堆積物のエッチング速度が大きくなると同時に、ダミー基板上でのSiO₂のエッチング速度も大きくなる。このた

め、エッチング時間は必要最小限にすることが望ましい。本実施例では、第2クリーニング工程C22の時間を15秒とした。又、ダミー基板は、Si基板上に熱酸化により0.95μmのSiO₂を形成し、その後、CVD法により2μmのSiO₂を形成した基板を用いた。本実施例における枚葉クリーニング工程CL2でのSiO₂の削れ量は1回当たり1850Åであった。このため、ダミー基板1枚で、15回の枚葉クリーニング工程CL2に用いることができる。このように、2段階のクリーニング工程C21、C22を設けることによって、図6に示されるように、クランプ309上に堆積した反応生成物310は目視で確認できない程度に除去できた。又、パーティクル数も、第1実施例よりさらに低減できた。尚、本実施例では、第1クリーニング工程C21を高圧で行い、第2クリーニング工程C22を低圧で行ったが、第1クリーニング工程C21を低圧で行い、第2クリーニング工程C22を高圧で行う構成としてもよい。

【0034】(第3実施例)本実施例では、ロット間のクリーニングに適用した点に特徴がある。このロット間クリーニング工程では、第1実施例と同様に基板がエッチング室内から取り出され、代わりにダミー基板がエッチング室内に配置される。図2に示されるように、ロット間クリーニング工程R1は、1ロットのドライエッチング終了後に、エッチング室内に残留している反応生成物の除去に用いられる。このクリーニング工程R1のフローは第2実施例と同様であり、各工程の条件を図10に示す。図10に示されるように、高圧の第1クリーニング工程、低圧の第2クリーニング工程、シーズニング工程及びバージ工程が順次実行されることで、エッチング室内の反応生成物をより良好に除去することができる。この第3実施例と、上記の第1又は第2実施例とを組み合わせることにより、エッチング室内の反応生成物をより効果的に除去できる。これにより、従来では、エッチング室内の反応生成物が除去しきれない場合に、エッチング室を開放して洗浄していたが、そのような作業の頻度を低減でき、製造効率をより高めることができる。

【0035】(第4実施例)本実施例では、複数回に分割されたエッチング工程間にエッチング室301内に付着した反応生成物を除去する工程を設けることによって異物の被エッチング部への堆積量を低減させるようにした点に特徴がある。図11(a)は本実施例における工程フローを示した模式図である。まず、図3に示す条件でエッチング工程E1を600秒間行い、この後、基板をエッチング室内から取り出し、代わりに基板上にSiO₂が形成されたダミー基板を配置し、クリーニング工程C1を80秒間行う。このクリーニング工程C1の条件は、図11(b)に示されるようにガス組成はSF₆のみであり、上部電極、下部電極、エッチング室の内壁に付着した反応生成物をSF₆を用いたエッチングにより除去する

工程である。このクリーニング工程C1によりエッチング工程E1にてエッチング室内等に付着した SiO_2 系の反応生成物が取り除かれるため、後のエッチング工程において、エッチング室内等に付着した反応生成物の剥離を起因とした異物の被エッチング部への堆積を防止することが可能である。

【0036】続いて、クリーニング工程C1の後、シーズニング工程S1を図11(b)に示す条件にて20秒間行う。このシーズニング工程S1は、エッチング室内の雰囲気調整、基板温度の調整、及びクリーニング工程C1にてエッチングした反応生成物の浮遊物をエッチング室内から除去する。このシーズニング工程S1の実行の後、基板をエッチング室の下部電極上に戻し、エッチング工程E2を1000秒間行い、所定のトレンチ形状を得る。

【0037】上記の図11(a)に示す工程フローとすることで、エッチング室内の反応生成物が除去されるため、エッチング時における異物の影響を低減でき、ブラックSiの発生を抑制し、製品歩留りを向上させることができる。又、シーズニング工程S1により基板温度及びエッチング室内の雰囲気が調整されるので、シーズニング工程S1の後工程であるエッチング工程E2を速やかに行うことができる。又、これら目的(反応生成物の浮遊物の除去、シーズニング工程S1後の速やかなエッチング工程E2の実施)を満たせば、図11(b)に示されるシーズニング工程S1の各条件を変更することは可能である。又、エッチング室内に浮遊する異物や基板上に付着した異物を除去するために、図11(a)に示される工程フローにバージ工程を加えてもよい。又、上記のクリーニング工程C1では SF_6 を用いたが、三フッ化窒素(NF_3)を用いてもエッチング室内に付着した反応生成物を良好に除去できる。

【0038】(第5実施例)本実施例の特徴は、エッチング工程を複数回に分割して行い、各エッチング工程間にバージ工程を設けた点である。一例として、図12(a)に本実施例における工程フローを示す。本実施例では、図3に示す条件でエッチング工程E1を600秒間行った後に、バージ工程P1を300秒間行い、このバージ工程P1の後に工程E1と同一の条件でエッチング工程E2を1000秒間行う構成とした。バージ工程P1において用いられたガスの組成は、エッチング工程E1、E2で用いられたガスの組成と同様であり、各ガスの条件を図12(b)に示す。図12(b)に示されるようにバージ工程P1では、RFパワーを出力せず、磁場を発生しない構成とし、従ってガスプラズマを発生させない状態でガスを流すようにした。

【0039】このように複数回に分割されたエッチング工程E1、E2を行うことにより、各エッチング工程E1、E2におけるエッチング時間を短縮することができ、各工程E1、E2における異物の発生量を低減でき

る。又、従来では、図13(a)に示すように異物5がエッチング室301内を浮遊した状態や、トレンチ3内に付着した状態でエッチングが行われるために、トレンチ3内の異物5がマスクとして機能し、ブラック Si_4 が形成されるため、トレンチ3の両側を絶縁分離することができなかったが、図13(a)に示すようにエッチング工程を複数の工程E1、E2に分割し、その間にバージ工程P1を設けることによって、図13(b)に示すように基板表面やエッチング室301内を浮遊する異物5が除去されるため、ブラックSiの発生が防止され、トレンチ3の両側を良好に絶縁分離することが可能である。本実施例により、トレンチエッチングにおけるブラック Si_4 の発生量を低減できるため、図14に示されるように、トレンチによる絶縁分離の歩留りが約70%となり、バージ工程を設けない従来の製造工程における歩留り約0%に比較して大幅に向上させることができた。

【0040】本実施例では、バージ工程P1におけるガス組成及び流量をエッチング工程E1、E2におけるガス組成及び流量と同一としているので、バージ工程P1におけるエッチング室内の雰囲気がエッチング時の条件と変わることがなく、バージ工程P1後に速やかに且つ当初から安定してエッチング工程E2を実行することが可能である。又、バージ工程P1において、バージ効果を高めるために、選択比の低い条件、即ち保護膜の形成に寄与する O_2 系、及び基板のエッチングに寄与するBr系のガスをいわずに低選択比のF系のガスをを用いて大流量でバージを行う構成としてもよい。又、バージは長時間実施するほど効果が高いが、基板の温度が低下してエッチング特性が変化する可能性があるため、基板温度が変化しない範囲にバージ工程P1の実行時間を設定する必要がある。これらの条件(エッチング室内の雰囲気、基板温度の変化)を満たす範囲であれば、バージ時間を変更することが可能である。例えば、1つのエッチング工程の時間hに対して、バージ時間を0.2h~0.8hの範囲にすることができる。又、本実施例のように、エッチング特性に影響しないようにバージ工程P1を設定できれば、エッチング工程は時間的に分割されただけでなく、各エッチング工程において、高異方性、高選択比、エッチング速度の均一性などのトレンチエッチングに必要な特性は維持される。

【0041】上記各実施例では、図3に示す条件でエッチングを行う構成としたが、エッチング条件はこれに限定されるものではない。良好にトレンチエッチングが行われる条件として、例えばHBrの流量は10~100sccm、 SF_6 の流量は1~10sccm、 SiF_4 の流量は0~20sccm、 He/O_2 流量は2~20sccmの範囲である。又、RFパワーは200~600wの範囲、磁束密度は0~100Gの範囲が良好な条件として挙げられる。又、上記各実施例では、図2に示す条件でエッチングを行う構成としたが、HBrなどの臭素を含むガスと、 SF_6 などのハロゲン元素を含むガス

と、窒素ガスとから成るガスを用いてエッチングを行ってもよい。これにより、臭素を含むガスによって基板のエッチングが進み、ハロゲン元素を含むガスによってエッチング残留物を揮発させて除去し、窒素ガスによってSiNを生成し、トレンチの側壁及びSiO₂を保護し、良好なトレンチ形状が得られ、選択比を向上させることができる。

【0042】又、塩素又は塩素を含むガスと、酸素を含むガスとから成るガスを用いてエッチングを行う構成としてもよい。塩素又は塩素を含むガスによってエッチング速度を増加させ、酸素を含むガスによって側壁保護膜を形成し、マスクに対する選択比を向上させることができ、高速でトレンチを形成することが可能である。このようなエッチングに用いられるガス組成の変化に対応して、パージ工程では、エッチング工程で用いられたガスと同等の組成及びガス流量で、電力の供給のみを停止して行えばよい。又、クリーニング工程では、SiN 或いはSiO₂系の反応生成物をエッチングするSF₆ 又はNF₃の少なくとも1種類のガスを用いて行えばよい。又、上記各実施例では、表面にSiO₂膜を形成したダミー基板を用いたが、これ以外では例えば石英基板などを用いることができる。又、上記各実施例において、各工程間にプラズマ安定化、流量安定化の工程を追加することが可能であるのは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に用いたマグネトロンRIE装置の模式的構造断面図。

【図2】本発明の第一実施例に係わる枚葉クリーニングの工程フローを示した模式図。

【図3】本発明の各実施例に係わるエッチング条件を示した説明図。

【図4】本発明の第1実施例におけるクリーニング、シーズニング及びパージ条件を示した説明図。

【図5】エッチングによりクランプ上に反応生成物が堆積した従来例と、クランプ上に反応生成物が堆積してい*

* ない第1実施例とを示した模式図。

【図6】エッチング後における反応生成物の堆積領域及びパーティクル数を示した模式図。

【図7】本発明の第2実施例に係わる枚葉クリーニングの工程フローを示した模式図。

【図8】本発明の第2実施例における第1クリーニング、第2クリーニング、シーズニング及びパージ条件を示した説明図。

【図9】クリーニング時における圧力及び時間と、反応生成物の堆積領域との関係を示した模式図。

【図10】本発明の第3実施例における第1クリーニング、第2クリーニング、シーズニング及びパージ条件を示した説明図。

【図11】本発明の第4実施例における工程フロー、クリーニング及びシーズニング条件を示した説明図。

【図12】本発明の第5実施例における工程フロー及びパージ条件を示した説明図。

【図13】本発明の第5実施例に係わるトレンチ形成時の断面構成を示した模式図。

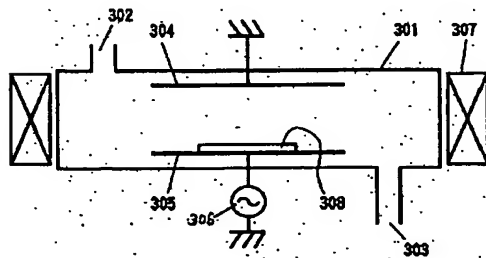
【図14】本発明の第5実施例と従来例とにおける歩留りを示した比較図。

【図15】異物の付着によるブラックシリコンの形成過程を示した模式図。

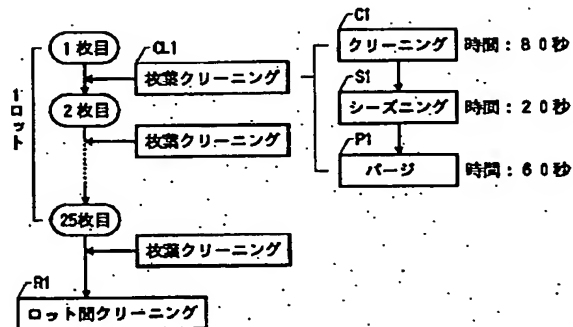
【符号の説明】

301	エッチング室
302	ガス導入口
303	排気口
304	上部電極
305	下部電極
306	高周波電源
307	マグネットコイル
308	基板
309	クランプ
310	反応生成物
311	ダミー基板

【図1】



【図2】



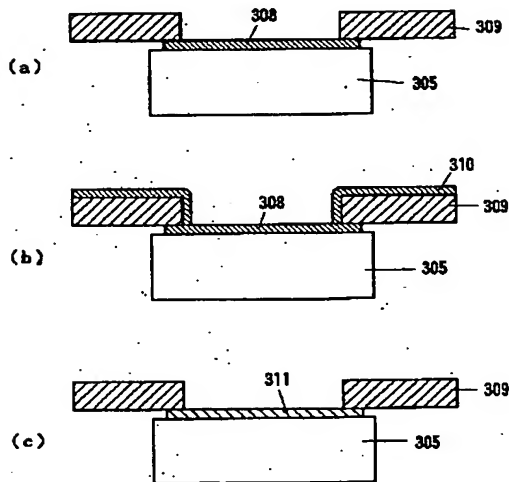
【図3】

項目	エッチング条件
HBr 流量 (sccm)	60
SF ₆ 流量 (sccm)	1.4
SiF ₄ 流量 (sccm)	2
He/O ₂ 流量 (sccm)	20
RFパワー (W)	600
圧力 (mTorr)	115
磁束密度 (G)	85

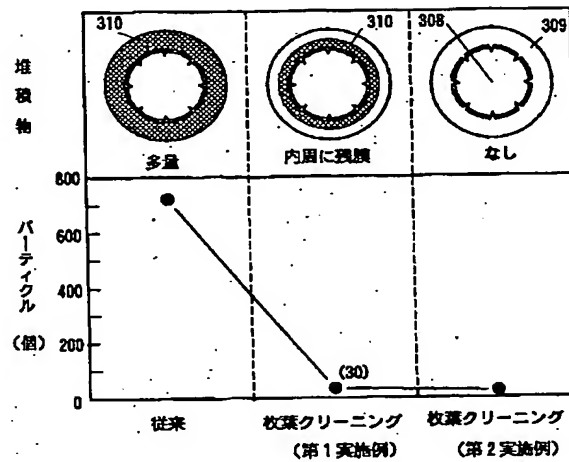
【図4】

項目	エッチング条件	シーズニング条件	パージ条件
HBr 流量 (sccm)	——	60	60
SF ₆ 流量 (sccm)	80	2	1.4
SiF ₄ 流量 (sccm)	——	——	2
He/O ₂ 流量 (sccm)	——	1.0	2.0
RFパワー (W)	300	600	0
圧力 (mTorr)	300	100	115
磁束密度 (G)	20	85	0
ダミーウエハ	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si
処理時間 (秒)	80	20	60

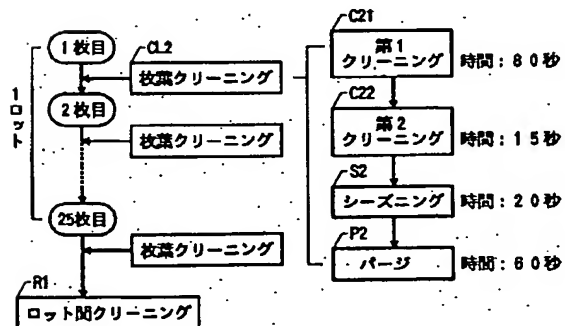
【図5】



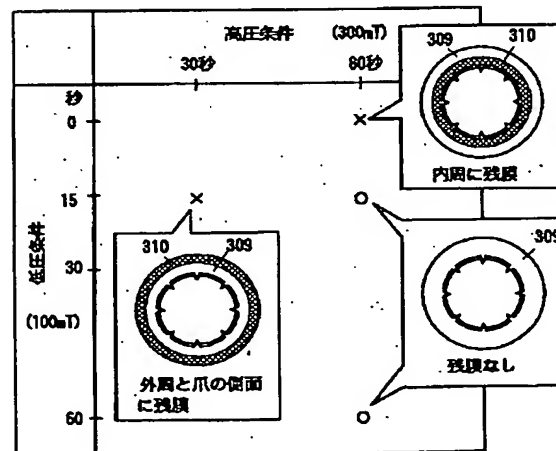
【図6】



【図7】



【図9】



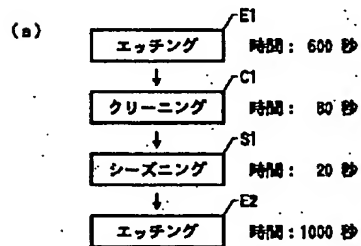
【図8】

項目	第1クリーニング条件	第2クリーニング条件	シーズニング条件	パージ条件
HBr 流量 (sccm)	—	—	60	60
SF ₆ 流量 (sccm)	80	80	2	1.4
SiF ₄ 流量 (sccm)	—	—	—	2
He/O ₂ 流量 (sccm)	—	—	10	20
RFパワー (W)	300	350	600	0
圧力 (mTorr)	300	100	100	115
磁束密度 (G)	20	20	65	0
ダミーウエハ	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si
処理時間 (秒)	80	15	20	60

【図10】

項目	第1クリーニング条件	第2クリーニング条件	シーズニング条件	パージ条件
HBr 流量 (sccm)	—	—	80	60
SF ₆ 流量 (sccm)	80	80	1.6	1.4
SiF ₄ 流量 (sccm)	—	—	3	2
He/O ₂ 流量 (sccm)	—	—	20	20
RFパワー (W)	400	350	600	0
圧力 (mTorr)	300	100	100	115
磁束密度 (G)	20	20	65	0
ダミーウエハ	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si
処理時間 (秒)	300	60	500	60

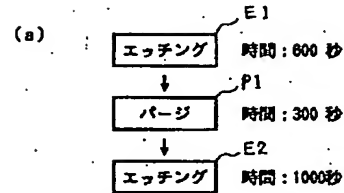
【図11】



(b)

項目	クリーニング条件	シーズニング条件
HBr 流量 (sccm)	—	60
SF ₆ 流量 (sccm)	80	2
SiF ₄ 流量 (sccm)	—	—
He/O ₂ 流量 (sccm)	—	10
RFパワー (W)	300	100
圧力 (mTorr)	300	600
磁束密度 (G)	20	65
ダミーウエハ	SiO ₂ 膜付Si	SiO ₂ 膜付Si

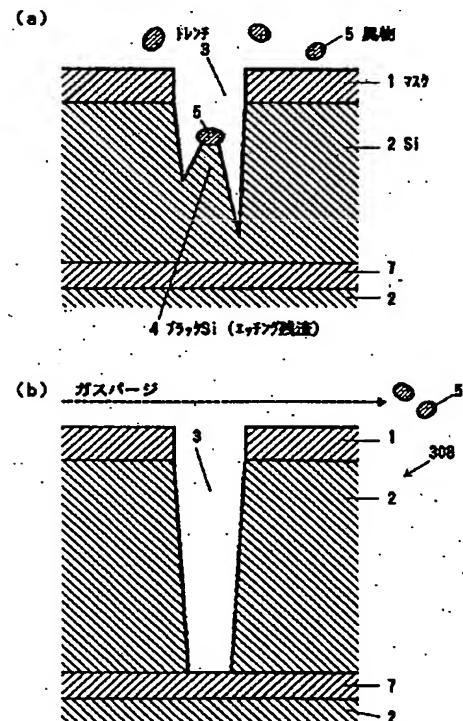
【図12】



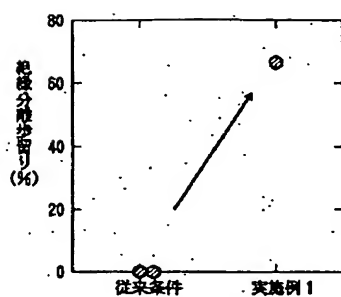
(b)

項目	パージ条件
HBr 流量 (sccm)	60
SF ₆ 流量 (sccm)	1.4
SiF ₄ 流量 (sccm)	2
He/O ₂ 流量 (sccm) (He:O ₂ =7:3の混合ガス)	20
RFパワー (W)	0
圧力 (mTorr)	115
磁束密度 (G)	0

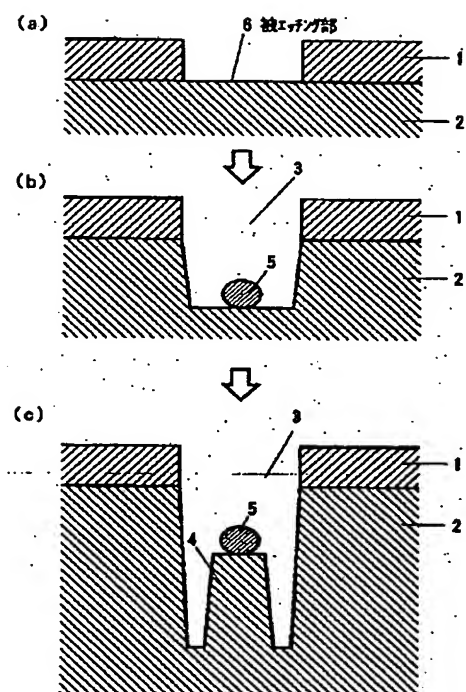
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 英司
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 市川 裕司
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内